

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日 2002年10月31日
Date of Application:

出願番号 特願2002-318995
Application Number:

特許条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号 JP 2002-318995
country code and number
of our priority application,
used for filing abroad
under the Paris Convention, is

出願人 光洋精工株式会社
Applicant(s):

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2005年12月15日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

中嶋



出証番号 出証特2005-3103565

【書類名】 特許願

【整理番号】 104898

【提出日】 平成14年10月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B62D 6/00
B62D 5/04

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目 5 番 8 号 光洋精工株式会社内

【氏名】 中野 史郎

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目 5 番 8 号 光洋精工株式会社内

【氏名】 吉田 幸夫

【特許出願人】

【識別番号】 000001247

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目 5 番 8 号

【氏名又は名称】 光洋精工株式会社

【代理人】

【識別番号】 100075155

【弁理士】

【氏名又は名称】 亀井 弘勝

【選任した代理人】

【識別番号】 100087701

【弁理士】

【氏名又は名称】 稲岡 耕作

【選任した代理人】

【識別番号】 100101328

【弁理士】

【氏名又は名称】 川崎 実夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010799

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9811014

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書
【発明の名称】 車両用操舵装置
【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両の操向のための操作部材の操作に応じて、舵取り車輪を転舵させるための舵取り機構を作動させる車両用操舵装置であって、

上記操作部材に操作反力を与える反力アクチュエータと、

車両のタイヤに加わる負荷であるタイヤ負荷を検出する負荷検出手段と、

この負荷検出手段によって検出されるタイヤ負荷に応じて上記反力アクチュエータを制御する反力制御手段とを含むことを特徴とする車両用操舵装置。

【請求項 2】

上記負荷検出手段は、タイヤの空気圧を検出する空気圧検出手段を含むことを特徴とする請求項 1 記載の車両用操舵装置。

【請求項 3】

上記負荷検出手段は、タイヤに加わる応力を検出する応力検出手段を含むことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の車両用操舵装置。

【請求項 4】

上記応力検出手段は、車両の進行方向に向かってタイヤの左側部および右側部に加わる応力をそれぞれ検出する左側応力検出手段および右側応力検出手段を含むことを特徴とする請求項 3 記載の車両用操舵装置。

【請求項 5】

上記車両の操舵方向を検出する操舵方向検出手段をさらに含み、

上記反力制御手段は、上記操舵方向検出手段によって検出される車両の操舵方向と、上記左側応力検出手段および右側応力検出手段がそれぞれ検出する応力とに基づいて、上記反力アクチュエータを制御するものであることを特徴とする請求項 4 記載の車両用操舵装置。

【請求項 6】

上記反力制御手段は、上記操舵方向検出手段によって検出される車両の操舵方向外側のタイヤについて上記左側応力検出手段および右側応力検出手段がそれぞ

れ検出する応力に基づいて、上記反力アクチュエータを制御するものであることを特徴とする請求項 5 記載の車両用操舵装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は、ステア・バイ・ワイヤ（S B W）システムのように、ステアリングホイール等の操作部材に対して反力アクチュエータからの反力を与える構成の車両用操舵装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

たとえば、ステアリングホイールと舵取り用の車輪を転舵するための舵取り機構との間の機械的な結合をなくし、ステアリングホイールの操作角を検出するとともに、その検出結果に基づいて、操舵アクチュエータからのトルクを舵取り機構に与えることによって、舵取り用の車輪の転舵を達成するようにしたシステム（いわゆるステア・バイ・ワイヤ（S B W）システム）が提案されている（たとえば、下記特許文献 1）。

【0 0 0 3】

操舵アクチュエータは、マイクロコンピュータを含む構成の制御装置によって制御されるようになっている。すなわち、車両のイグニッションキースイッチがオン状態の間、ステアリングホイールの操作角を検出する操作角センサおよび舵取り用の車輪の転舵角を検出する転舵角センサの各検出信号が制御装置に入力されている。制御装置は、それらの入力信号に基づいて、舵取り用の車輪の転舵角がステアリングホイールの操作角に対応するように、操舵アクチュエータを制御する。

【0 0 0 4】

一方、ステアリングホイールに操作反力を与えるために、ステアリングシャフトには、反力アクチュエータが付設されている。制御装置は、操作角等に応じて反力アクチュエータを駆動制御することにより、ステアリングホイールに操作反力を与える。

【0005】

【特許文献1】

特開 2000-198453 号公報

【特許文献2】

特開平 10-324120 号公報

【特許文献3】

特開平 11-20427 号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

反力アクチュエータの制御（反力制御）の基本は、路面からのキックバックを再現するためのセルフアライニングトルクの作成であるといえる。そのため、車両毎に、反力制御のための設定を異ならせる必要があり、このことが、開発期間長期化の一因となっている。

より具体的には、ステアリングギヤとハンドルコラムとが直結していないステア・バイ・ワイヤシステムにおいては、ステアリングホイールから舵取り機構までが機械的に連結された通常型のステアリング機構の場合のように、操舵トルク伝達系での軸力やトルクの実値をステアリングホイールを介して運転者にフィードバックすることができない。そのため、車両挙動のデータをセルフアライニングトルクに換算したり、操舵アクチュエータの駆動力をラック軸に伝達するピニオン軸のトルクに基づいて反力アクチュエータを制御することによって、電気的なフィードバックを行わざるを得ない。そのため、通常型のステアリング機構と同様なセルフアライニングトルクを再現するためには、搭載車両毎の調整のための車両適合技術が不可欠となっている。

【0007】

しかも、車両挙動のデータやピニオン軸のトルクに基づく反力制御では、路面状況情報（轍路、カント路、波状路、雪道）をステアリングホイールを介して運転者に伝達することは可能だが、タイヤ接地面過渡情報（グリップ限界状態かどうかの情報）を伝達することはできない。これは、路面状況情報は、いわば低周波領域の情報であって、200ミリ秒程度の応答速度で運転者に伝われば充分で

あるのに対して、タイヤ接地面過渡情報は数 1 0 ミリ秒程度の応答性で運転者に伝わらなければ、運転者は適切に対処することができないからである。ところが、車両挙動のデータ等に基づく複雑な演算処理を経て行われる反力制御では、到底、数 1 0 ミリ秒のオーダーの応答性を実現することができず、タイヤ接地面過渡情報を運転者に伝達することができない。

【0 0 0 8】

そこで、この発明の一つの目的は、個々の車両毎の車両適合技術を少なくして、開発期間を短縮することができる車両用操舵装置を提供することである。

この発明の他の目的は、タイヤ接地面過渡情報を運転者に良好に伝達することができる反力制御を実現した車両用操舵装置を提供することである。

【0 0 0 9】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

上記の目的を達成するための請求項 1 記載の発明は、車両の操向のための操作部材（1，22）の操作に応じて、舵取り車輪（5，29）を転舵させるための舵取り機構を作動させる車両用操舵装置であって、上記操作部材に操作反力を与える反力アクチュエータ（9，40）と、車両のタイヤ（W，WL，WR）に加わる負荷であるタイヤ負荷を検出する負荷検出手段（SL，SR，SP，SA）と、この負荷検出手段によって検出されるタイヤ負荷に応じて上記反力アクチュエータを制御する反力制御手段（14，C）とを含むことを特徴とする車両用操舵装置である。なお、括弧内の英数字は後述の実施形態における対応構成要素等を表す。以下、この項において同じ。

【0 0 1 0】

この構成によれば、操作部材に操作反力を与える反力アクチュエータが、車両のタイヤ（舵取り車輪のタイヤであってもよいし、舵取り車輪以外の車輪のタイヤであってもよい。）に加わる負荷に応じて制御されるようになっているから、路面状況およびタイヤの状況をダイレクトに反映した反力制御を行うことができる。したがって、ステアリングトルク伝達系の機械的構成に依存することなく、路面からのキックバックを再現することができる。これにより、車両用操舵装置を搭載する車両ごとに反力制御の調整を行う必要がなくなり、車両適合技術を少

なくすることができる。

【0 0 1 1】

また、車両挙動のデータやピニオン軸のトルクに基づいて反力制御を行う場合に比較し、はるかに優れた応答性で反力アクチュエータを制御することができる。そのため、路面状況に対応した低周波情報のみならず、タイヤ接地面過渡情報をも、反力アクチュエータの制御により、操作部材を介して運転者に伝達することができる。これにより、たとえば、操作部材とステアリング機構とが機械的に結合されていない構成であっても、通常型のステアリング機構と同様な情報を、操作部材を介して運転者に与えることができる。

【0 0 1 2】

なお、上記負荷検出手段は、タイヤの内部において、タイヤに加わる負荷を検出するものであることが好ましい。

また、上記負荷検出手段は、請求項 2 に記載のように、タイヤの空気圧を検出する空気圧検出手段（S P）を含むものであってもよい。

また、上記負荷検出手段は、請求項 3 に記載のように、タイヤに加わる応力を検出する応力検出手段（S L，S R，S A）を含んでいてもよい。

【0 0 1 3】

この場合、請求項 4 に記載のように、上記応力検出手段は、車両の進行方向に向かってタイヤの左側部および右側部に加わる応力をそれぞれ検出する左側応力検出手段（S L）および右側応力検出手段（S R）を含むことが好ましい。たとえば、左側応力検出手段および右側応力検出手段は、タイヤの左側サイドウォール部（5 2 L）および右側サイドウォール部（5 2 R）に設置されていてもよい。

【0 0 1 4】

この構成により、車両が曲線軌跡を描いて進行する場合（カーブを通行する場合）におけるタイヤの変形量を検出することができるので、タイヤ接地面過渡情報を得ることができる。

請求項 5 記載の発明は、上記車両の操舵方向を検出する操舵方向検出手段（1 3，4 6）をさらに含み、上記反力制御手段は、上記操舵方向検出手段によって

検出される車両の操舵方向と、上記左側応力検出手段および右側応力検出手段がそれぞれ検出する応力とに基づいて、上記反力アクチュエータを制御するものであることを特徴とする請求項 4 記載の車両用操舵装置である。

【0015】

より具体的には、請求項 6 に記載のように、上記反力制御手段は、上記操舵方向検出手段によって検出される車両の操舵方向外側のタイヤについて上記左側応力検出手段および右側応力検出手段がそれぞれ検出する応力に基づいて、上記反力アクチュエータを制御するものであることが好ましい。

この構成によれば、車両の操舵方向外側のタイヤにおいてより大きな変形が生じることを利用して、タイヤに加わる負荷を効果的に検出することができ、これを反力制御に反映できる。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下では、この発明の実施の形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。

図 1 は、この発明の第 1 の実施形態に係る車両用操舵装置の構成を説明するための概念図である。この車両用操舵装置は、ステアリングホイール 1 と舵取り機構との機械的な結合をなくし、ステアリングホイール 1 の回転操作に応じて駆動される操舵アクチュエータ 2 の動作を、ハウジング 3 に支持された転舵軸 4 の車幅方向の直線運動に変換し、この転舵軸 4 の直線運動を舵取り用の前部左右車輪 5 の転舵運動に変換することにより操舵を達成するようにした、いわゆるステア・バイ・ワイヤ（S B W）システムである。

【0017】

操舵アクチュエータ 2 は、たとえば、ブラシレスモータ等の電動モータを含む構成である。この操舵アクチュエータ 2 の駆動力（出力軸の回転力）は、転舵軸 4 に関連して設けられた運動変換機構（たとえば、ボールねじ機構）により、転舵軸 4 の軸方向（車幅方向）の直線運動に変換される。この転舵軸 4 の直線運動は、転舵軸 4 の両端から突出して設けられたタイロッド 6 に伝達され、さらにタイロッド 6 を介してキングピン P に連結されたナックルアーム 7 の回動を引き起こす。これにより、ナックルアーム 7 に支持された車輪 5 の転舵が達成される。

転舵軸 4、タイロッド 6 およびナックルアーム 7 などにより、舵取り用の車輪 5 を転舵するための舵取り機構が構成されている。

【0018】

ステアリングホイール 1 は、車体に対して回転可能に支持された回転シャフト 8 に連結されている。この回転シャフト 8 には、ステアリングホイール 1 に操作反力を与えるための反力アクチュエータ 9 が付設されている。反力アクチュエータ 9 は、回転シャフト 8 と一体の出力シャフトを有するブラシレスモータ等の電動モータを含む。

回転シャフト 8 のステアリングホイール 1 とは反対側の端部には、渦巻きばね等からなる弾性部材 10 が車体との間に結合されている。この弾性部材 10 は、反力アクチュエータ 9 がステアリングホイール 1 にトルクを付加していないときに、その弾性力によって、ステアリングホイール 1 を直進操舵位置に復帰させる。

【0019】

ステアリングホイール 1 の操作入力値を検出するために、回転シャフト 8 に関連して、ステアリングホイール 1 の操作角を検出するための操作角センサ 11 が設けられている。また、回転シャフト 8 には、ステアリングホイール 1 に加えられた操作トルクを検出するためのトルクセンサ 12 が設けられている。一方、転舵軸 4 に関連して、舵取り用の車輪 5 の転舵角（タイヤ角）を検出するための転舵角センサ 13 が設けられている。

【0020】

さらに、後述するように、車輪 5 に装着されたタイヤ W の内部には、このタイヤ W の左右のサイドウォール部に作用する応力を検出する左側応力センサ S L および右側応力センサ S R、ならびにタイヤ W の空気圧を検出する空気圧センサ S P が設けられている。

操作角センサ 11、トルクセンサ 12、転舵角センサ 13、応力センサ S L、S R および空気圧センサ S P の各検出信号は、マイクロコンピュータを含む構成の電子制御ユニット（E C U）からなる制御装置 14 に入力されるようになっている。ただし、応力センサ S L、S R および空気圧センサ S P の検出信号につい

ては、アンテナ 14a を介する無線通信によって、制御装置 14 に受信されるようになっている。

【0021】

制御装置 14 は、操作角センサ 11 によって検出される操作角、転舵角センサ 13 によって検出される転舵角、車速センサ 15 によって検出される車速、応力センサ SL, SR によって検出されるタイヤの応力、および空気圧センサ SP によって検出されるタイヤの空気圧に基づいて、操舵指令値を設定し、この操舵指令値に基づいて、駆動回路 17 を介し、操舵アクチュエータ 2 を制御する。

ステアリングホイール 1 と舵取り機構との間には機械的な結合がないので、ステアリングホイール 1 の回転量と車輪 5 の転舵量との比（伝達比、ギヤ比）を可変設定する VGR（Variable Gear Ratio）機能を実現できる。すなわち、たとえば、制御装置 14 は、車速センサ 15 によって検出される車速と、応力センサ SL, SR および／または空気圧センサ SP によって検出されるタイヤ負荷とに基づいて上記ギヤ比を設定し、このギヤ比とステアリングホイール 1 の操作角とに基づいて、操舵アクチュエータ 2 に与えるべき電圧に対応した操舵指令値を設定する。

【0022】

一方、制御装置 14 は、操作角センサ 11 による検出操作角、トルクセンサ 12 によって検出される操作トルク、車速センサ 15 によって検出される車速、ならびに応力センサ SL, SR および／または空気圧センサ SP によって検出されるタイヤ負荷に基づいて、ステアリングホイール 1 の操作方向と逆方向の適当な反力が発生されるように、駆動回路 18 を介して、反力アクチュエータ 9 を制御する。

【0023】

また、制御装置 14 には、たとえば、車両のインスツルメントパネルに設けられた警報器 19 が接続されている。警報器 19 は、警報音発生装置からなってもよいし、警報表示（ランプ表示やメッセージ表示）を行う警報表示装置からなってもよい。制御装置 14 は、メンテナンスを要するような所定の異常を検出したときに、警報器 19 から警報を発生させる。

図2は、舵取り用の車輪5のタイヤWの構成を説明するための図解的な断面図である。タイヤWは、路面に接触するトレッド部51と、このトレッド部51の両側部に結合された一对のサイドウォール部52L、52Rとを備えている。車両の進行方向に向かって右側のサイドウォール部52Rの内壁面には、右側応力センサSRが配置されており、車両の進行方向に向かって左側のサイドウォール部52Lの内壁面には左側応力センサSLが配置されている。また、トレッド部51の内壁面には、空気圧センサSPが配置されている。その他、必要に応じて、たとえば、トレッド部51の内部に応力センサSAを埋設してもよい。

【0024】

右側応力センサSRおよび左側応力センサSLは、右側サイドウォール部52Rおよび左側サイドウォール部52Lに加わる応力をそれぞれ検出するものであって、歪みゲージ等のセンサ部と、このセンサ部の検出信号を無線伝送するためのトランスポンダ部と、タイヤWの回転運動を電気エネルギーに変換して蓄電する蓄電部とを備えており、この蓄電部に蓄積された電気エネルギーによって動作するようになっている。同様に、空気圧センサSPは、タイヤWの内部に配置されていて、タイヤWの内部空気圧を検出するセンサ部と、このセンサ部の検出信号を無線伝送するためのトランスポンダ部と、タイヤWの回転運動を電気エネルギーに変換して蓄電する蓄電部とを備えており、この蓄電部に蓄積された電気エネルギーによって動作するようになっている。上記トランスポンダ部が発信する信号が、アンテナ14aから、制御装置14に取り込まれるようになっている。

【0025】

上記のような応力センサや空気圧センサとしては、たとえば、特許文献2および特許文献3に開示されているような公知のものを採用することができる。

図3は、コーナリング時におけるタイヤWの変形を説明するための図解図である。図3(A)には、摩擦係数が比較的小さな路面上において左方向操舵を行った場合における左右のタイヤWL、WRの断面形状が示されており、図3(B)には、路面摩擦係数が比較的大きな路面上において左方向操舵を行った場合における左右のタイヤWL、WRの断面形状が示されている。図3(A)(B)のいずれにおいても、タイヤWL、WRの断面形状は、車両の進行方向後方から見た

形状である。

【0026】

左右のタイヤWL, WRのうち、操舵方向内側となる左側タイヤWLの変形は比較的小さく、操舵方向外側となる右側タイヤWRの変形が大きくなる。そして、左右のタイヤWL, WRのいずれにおいても、操舵方向内側となる左側サイドウォール部における変形は小さく、操舵方向外側となる右側サイドウォール部における変形が大きくなる。この変形は、路面摩擦係数が大きいほど大きくなる。

そこで、この実施形態では、制御装置14は、転舵角センサ13の出力信号に基づき、操舵方向外側に位置するタイヤを特定し、そのタイヤ（図3の例では右側タイヤWR）に装着された左右の応力センサSL, SRの出力を参照する。より具体的には、操舵方向外側となる右側サイドウォール部52Rの応力を検出する右側応力センサSRが検出する外側サイドウォール部の応力 T_o と、操舵方向内側となる左側サイドウォール部52Lの応力を検出する左側応力センサSLによって検出される内側サイドウォール部の応力 T_i との差 $\Delta T (=T_o - T_i)$ が求められる。さらに、制御装置14は、左右のサイドウォール部の応力差 ΔT の一階時間微分値（応力変化速度、タイヤ負荷変化速度）または二階時間微分値（応力変化加速度、タイヤ負荷変化加速度）を求め、こうして求められたタイヤ負荷変化速度またはタイヤ負荷変化加速度に基づき、操舵アクチュエータ2および反力アクチュエータ9を駆動制御する。

【0027】

図4は、制御装置14による反力アクチュエータ9の制御態様の一例を示す制御特性図である。制御装置14は、たとえば、操舵方向外側のタイヤにおけるタイヤ負荷変化速度またはタイヤ負荷変化加速度に応じて、一定範囲内で、たとえばリニアに変化する反力アクチュエータ駆動目標値を設定し、この反力アクチュエータ駆動目標値が達成されるように、駆動回路18に制御信号を与える。図4の特性図では、一定値以上のタイヤ負荷変化速度またはタイヤ負荷変化加速度に対して、タイヤ負荷変化速度またはタイヤ負荷変化加速度の増加に応じてリニアに増加する反力アクチュエータ駆動目標値が設定されるようになっており、かつ、車速センサ15が検出する車速が大きいほど大きな反力アクチュエータ駆動目

標値が設定されるようになっている。

【0 0 2 8】

これにより、タイヤに加わる負荷の変化速度または変化加速度が大きいほど大きな反力がステアリングホイール 1 を介して運転者に伝えられ、また、車速が大きいほど大きな反力がステアリングホイール 1 を介して運転者に伝達されることになる。

図 5 は、運転者、車両および路面の間における情報の授受の様子を示す概念図である。たとえば路面からは、横風等の外乱が車両に加わり、また道路交通網に配置されたインフラから交通状況等の情報がたとえば I T S (Intelligent Transport Systems) 電子情報などとして車両に提供される。さらに、轍路、カント路、波状路および雪道などの路面状況がタイヤを通じて車両に伝達される。

【0 0 2 9】

一方、車両から運転者には、制御装置 1 4 (E C U : 電子制御ユニット) による反力アクチュエータ 9 の制御 (反力制御) により、ステアリングホイール 1 を介して、路面情報 (低周波情報) とともに、上述のタイヤ接地面過渡情報が伝達される。さらに、上述の警報器 1 9 を通じて、操舵系の不安定情報や警告が、表示または音声によって運転者に伝達される。

反力アクチュエータ 9 は、操舵アクチュエータ 2 の発生トルクや、転舵角センサ 1 3 の出力に基づいて制御されることにより、低周波情報である路面情報をステアリングホイールを介して運転者に伝達することができる。この制御と併せて、上述のように、タイヤ負荷変化速度またはタイヤ負荷変化加速度に応じて反力アクチュエータ 9 が制御されることにより、ステアリングホイール 1 を介してタイヤ接地面過渡情報が運転者に伝達される。

【0 0 3 0】

警報器 1 9 によって伝達される操舵系の不安定情報とは、タイヤバランスやシミの発生などである。これらの情報は、反力アクチュエータ 9 の制御を介して運転者に伝達されてもよいが、警報器 1 9 を用いて視覚的または聴覚的に運転者に伝達し、メンテナンスを促す方が効果的である。

制御装置 1 4 は、さらに、操作角センサ 1 1 などの出力や応力センサ S L , S

Rおよび空気圧センサSPによって検出されるタイヤ負荷に応じて、操舵アクチュエータ2を制御する（操舵制御）。

【0031】

一方、運転者は、警報器19またはステアリングホイール1から伝達される上記の情報の他に、車両上において加速度Gを体感し、また、車速V、ヨーレート γ 、ロール ϕ およびピッチ τ を体感する。これらの情報に基づき、運転者は、予覚制御、追跡制御および補償制御を行うべく、ステアリングホイール1を操作する。

予覚制御とは、運転者が次の状況を予知して行う制御であり、追跡制御とは、運転者が意図する車両挙動を目標としてこの目標を追跡しようとする制御であり、補償制御とは、横風などの外乱を補償するための制御である。これらの制御は、車両の運転に関する運転者の知識に基づいて行われるが、この知識は、スキルベース、ルールベースおよびインテリジェントベースに層別することができる。

【0032】

スキルベースの運転知識とは、体で会得した知識であり、五感により知覚した情報に基づいて無意識に行動に移されるような知識である。ルールベースの運転知識とは、運転者の記憶に基づく判断結果（たとえば一定の条件に当てはまるかどうか）に応じて行動に移されるような知識、すなわち、パターン化された行動に関する知識である。インテリジェントベースの運転知識とは、パターン化された行動に関する知識ではなく、意識的で抽象的かつ論理的な思考を経て行動に移されるような高度な知識である。

【0033】

たとえば、低周波情報としてステアリングホイール1から運転者に伝達される路面情報は、ルールベースの知識に働きかけて、運転者にパターン化された運転行動を促す。これに対して、同じくステアリングホイール1から運転者に伝達されるタイヤ接地面過渡情報は、インテリジェントベースの知識に働きかけて、より高度な判断（ステアリングトルクが抜ける限界点かどうかなど）のために用いられる。

【0034】

このように、この実施形態によれば、タイヤに取り付けられた左右の応力センサ S L, S R や空気圧センサ S P によって直接的に検出されるタイヤの負荷に応じて、反力アクチュエータ 9 が制御されるようになっている。そのため、舵取り機構の機械的な構成によらずに、適切な反力制御を行うことができるから、車種毎または車両毎に反力制御を異ならせるような車両適合技術を減少または排除することができる。これにより、車両用操舵装置の開発期間を大幅に短縮することができる。

【0035】

また、左右の応力センサ S L, S R や空気圧センサ S P によってタイヤ W の負荷状況を直接的に検出し、これを用いて反力制御を行う構成であるから、複雑な演算処理が不要であり、数十ミリ秒オーダーの高速な応答性で反力アクチュエータ 9 を制御できる。そのため、タイヤ W がグリップ力を失うグリップ限界状況のようなタイヤ接地面過渡情報をステアリングホイール 1 を介して運転者に伝達することができる。

【0036】

図 6 は、操舵アクチュエータ 2 の制御について説明するための特性図であり、車速に応じた基本ギヤ比の設定例が示されている。上述のとおり、ステア・バイ・ワイヤシステムでは、ステアリングホイール 1 の操作量に対する車輪 5 の転舵量の比であるギヤ比（転舵量／操作量）が任意に設定可能であるから、これを利用して、車速感应型の可変ギヤ比制御が行われる。より具体的には、低速域においては、基本ギヤ比は比較的高い一定値に保持され、中高速域においては、車速の増加に対してリニアに減少するように基本ギヤ比が設定される。これにより、大舵角の操舵が行われる低速域における運転者の操舵負担を軽減できるとともに、大舵角の操舵が行われることの少ない中高速域では、転舵量を少なくして車両のふらつき等を防止することができる。

【0037】

図 7 は、タイヤ負荷に応じてギヤ比を補正する制御のための特性図であり、基本ギヤ比に対してタイヤ負荷を加味した補正を施すためのギヤ比補正量と、タイヤ負荷変化量（たとえば、操舵方向外側のタイヤの負荷変化量）との関係が表さ

れている。

タイヤ負荷変化量とは、たとえば、車両のイグニッションキースイッチがオンされて制御装置 14 が動作を開始した時点におけるタイヤ負荷量（タイヤ空気圧、応力、左右のサイドウォールの応力差など）を基準値として、この基準値に対する偏差である。この基準値は、タイヤの空気圧の変化や、タイヤの摩耗状態によって変動する値である。そして、タイヤ負荷変化量は、車両が走行中の路面状態や走行状態（直進中、カーブ通行中など）に応じて、動的に変化する量である。ただし、このタイヤ負荷変化量としては、所定時間のサンプリング平均値、移動平均値またはローパスフィルタ処理値などのように、比較的長い時間に渡るタイヤ負荷の変化量を表す値を用いることが好ましい。これにより、タイヤ負荷変化量に基づく過敏な制御を抑制している。

【0038】

図 7 の例では、ギヤ比補正量は、タイヤ負荷変化量が増加するほど大きくなるように設定されている。したがって、基本ギヤ比をギヤ比補正量で補正したギヤ比（基本ギヤ比＋ギヤ比補正量）を設定すれば、タイヤ負荷に応じた適切なギヤ比が設定されるから、車両の操舵性を向上できる。すなわち、タイヤ負荷変化量が大きい状況（山岳路走行時など）におけるステアリングホイール 1 の取り回しが良くなる。

【0039】

また、図 7 の例では、車速が大きいほど小さくなるようにギヤ比補正量が設定されるようになっている。したがって、車速が大きいほど、タイヤ負荷に応じたギヤ比の変動が少なくなるので、低速域においては、タイヤ負荷の状態を敏感に反映した操舵制御を行うことができるとともに、中高速域においてはギヤ比の変動を少なくして操舵安定性を図ることができる。

図 8 は、本発明の第 2 の実施形態に係る車両用操舵装置の概略構成を示す模式図である。この車両用操舵装置 21 は、操作部材としてのステアリングホイール 22 に一体回転可能に連結される第 1 操舵軸 23 と、この第 1 操舵軸 23 と同軸上に設けられラックアンドピニオン機構等の舵取り機構 24 に連結される第 2 操舵軸 25 と、第 1 および第 2 操舵軸 23, 25 間の差動回転を許容するための差

動伝達機構を構成する遊星伝達機構としての遊星ギヤ機構 2 6 とを備える。

【0 0 4 0】

舵取り機構 2 4 は、車両の左右方向に延びて配置された転舵軸 2 7 と、この転舵軸 2 7 の両端にタイロッド 2 8 を介して結合され、舵取り用の車輪 2 9 を支持するナックルアーム 3 0 とを備える。転舵軸 2 7 はハウジング 3 1 により支承されて軸方向に摺動可能とされており、その途中部に、電動モータからなる操舵アクチュエータ 3 2 が同軸的に組み込まれている。操舵アクチュエータ 3 2 の駆動回転は、ボールねじ機構等の運動変換機構等によって転舵軸 2 7 の摺動に変換され、この転舵軸 2 7 の摺動により車輪 2 9 の転舵が達成される。

【0 0 4 1】

転舵軸 2 7 の一部には、ラック 2 7 a が形成されており、このラック 2 7 a には、第 2 操舵軸 2 5 の端部に設けられて第 2 操舵軸 2 5 と一体回転するピニオン 3 4 が噛み合わされている。操舵アクチュエータ 3 2 の故障時には、ステアリングホイール 2 2 の操作に応じて第 2 操舵軸 2 5 が回転駆動されると、この第 2 操舵軸 2 5 の回転がピニオン 3 4 およびラック 2 7 a により、転舵軸 2 7 の摺動に変換され、車輪 2 9 の転舵が達成される。

【0 0 4 2】

遊星ギヤ機構 2 6 は、第 1 操舵軸 2 3 の端部に一体回転可能に連結された入力側となる太陽ギヤ 3 5 と、出力側となるキャリア 3 6 により回転自在に保持されて太陽ギヤ 3 5 と噛み合う複数の遊星ギヤ 3 7 と、各遊星ギヤ 3 7 に噛み合う内歯 3 8 a を内周に持つリング部材としてのリングギヤ 3 8 とを含む。

リングギヤ 3 8 は外歯 3 8 b を形成することで例えばウォームホイールを構成している。この外歯 3 8 b は例えばウォームからなる駆動伝達ギヤ 3 9 を介して、ステアリングホイール 2 2 に操作反力を与えるための反力アクチュエータ 4 0 に駆動連結されている。この反力アクチュエータ 4 0 は例えば電動モータからなり、そのケーシングは車体の適所に固定されている。

【0 0 4 3】

操舵アクチュエータ 3 2 および反力アクチュエータ 4 0 は、CPU 6 1、制御プログラム等を記憶した ROM 6 2、演算処理等のワークエリアとして用いられ

る R A M 6 3 等を含む制御装置 C (E C U : 電子制御ユニット) により制御されるようになっている。

第 1 操舵軸 2 3 にはステアリングホイール 2 2 による操舵角を検出するための操舵角検出手段としての操舵角センサ 4 4、およびステアリングホイール 2 2 から入力される操舵トルクを検出するための操舵トルク検出手段としてのトルクセンサ 4 5 が設けられている。これら操舵角センサ 4 4 およびトルクセンサ 4 5 からの検出信号が制御装置 C に入力される。

【 0 0 4 4 】

また、転舵軸 2 7 には、転舵軸 2 7 の軸方向位置を検出することで、車輪 2 9 の転舵角を検出するための転舵角センサ 4 6 が設けられており、この転舵角センサ 4 6 による検出信号も制御装置 C に入力される。また、制御装置 C には、車速を検出するための車速センサ 4 7 からの検出信号が入力されるようになっている。

車輪 2 9 のタイヤの内部には、上述の第 1 の実施形態の場合と同様にして、タイヤ負荷検出手段として、タイヤ空気圧センサ S P、左側応力センサ S L および右側応力センサ S R が設けられている。これらのセンサの出力信号は、無線通信によって、アンテナ C a から、制御装置 C に取り込まれるようになっている。

【 0 0 4 5 】

制御装置 C は、上記各センサ類からの入力信号に基づいて、操舵アクチュエータ 3 2 および反力アクチュエータ 4 0 をそれぞれ駆動するための駆動部としての駆動回路 4 8、4 9 に制御信号を出力する。

制御装置 C は、転舵系が正常に動作しているかどうかを常時監視している。より具体的には、転舵角センサ 4 6 および操舵アクチュエータ 3 2 の少なくとも一方における異常発生を監視している。

【 0 0 4 6 】

転舵系に異常がなければ、制御装置 C は、反力アクチュエータ 4 0 によって、路面反力に対応した操舵反力をステアリングホイール 2 2 に与えるためのトルクを発生させる。

また、制御装置 C は、ステアリングホイール 2 2 の操作量に応じて、操舵アク

チュエータ 32 の電圧指令値を設定し、その電圧指令値に応じた制御信号を駆動回路 48 に与えることによって、操舵アクチュエータ 32 を駆動制御する。ステアリングホイール 22 と舵取り機構 24 との間は、遊星ギヤ機構 26 を介して結合されているものの、反力アクチュエータ 40 がリングギヤ 38 の回転を実質的に拘束せず、ステアリングホイール 22 に操舵反力を与えるためにのみ動作している状態では、ステアリングホイール 22 に加えられた操舵トルクは舵取り機構 24 に実質的に伝達されることがない。その意味で、この図 8 に示された構成もまた、ステア・バイ・ワイヤ（SBW）型の車両用操舵装置であるということができ、上述の第 1 の実施形態の場合と同様な可変ギヤ比制御が可能である。

【0047】

この実施形態において、制御装置 C は、上述の第 1 の実施形態の制御装置 14 と同様に、図 4 に示されているような特性に従って、応力センサ SL, SR および／または空気圧センサ SP によって検出されるタイヤ負荷に基づいて、反力アクチュエータ 40 を制御する。これによって、運転者に対して、路面状況を表す低周波域の情報のみならず、タイヤ接地面過渡情報のような高周波域の情報をも、ステアリングホイール 22 を介して伝達することができる。

【0048】

さらに、制御装置 C は、上述の第 1 の実施形態における制御装置 14 と同じく、車速に応じて基本ギヤ比（図 6 参照）を可変設定するとともに、タイヤ負荷変化量および車速に応じて、ギヤ比補正量（図 7 参照）を可変設定し、基本ギヤ比をギヤ比補正量で補正して得られるギヤ比（＝基本ギヤ比＋ギヤ比補正量）に基づいて、操舵アクチュエータ 32 を制御する。これにより、路面状況およびタイヤ負荷の状況を的確に反映した操舵制御を行うことができる。

【0049】

転舵系に異常が生じると、制御装置 C は、操舵アクチュエータ 32 の制御を中止して操舵アクチュエータ 32 をフリー回転状態とするとともに、反力アクチュエータ 40 によってリングギヤ 38 の回転に制限を加え、ステアリングホイール 22 に加えられた操舵トルクが舵取り機構 24 に伝達される状態とする。このとき、反力アクチュエータ 40 の制御によって、操舵補助を行うことができるとと

もに、ギヤ比の可変制御を行うことができる。

【0050】

次に、図8を再び参照して、本発明の第3の実施形態について説明する。この第3の実施形態においては、アクチュエータ40を可変ギヤ比制御のためのギヤ比変更アクチュエータとして用いるとともに、操舵アクチュエータ32は、舵取り機構24に与えるべき操舵補助力を発生するための操舵補助アクチュエータとして用いられる。

すなわち、制御装置Cは、上述の図6の特性に従って基本ギヤ比を設定し、図7の特性のギヤ比補正量によって基本ギヤ比を補正することによってギヤ比を求める。この求められたギヤ比（＝基本ギヤ比＋ギヤ比補正量）に基づいて、制御装置Cは、ステアリングホイール22の回転を当該ギヤ比で舵取り機構24に機械的に伝達すべく、反力アクチュエータ40を制御して、リングギヤ38を回転させる。それとともに、制御装置Cは、トルクセンサ45によって検出される操舵トルクおよび車速センサ47によって検出される車速に応じて設定される目標駆動値（目標電流値または目標電圧値）に基づき、操舵アクチュエータ32を駆動制御する。これによって、操舵補助が達成される。

【0051】

このような構成により、タイヤの負荷に応じた可変ギヤ比制御を伴うパワーステアリング装置が実現され、良好な操舵特性を実現できる。

さらに、たとえば、操舵アクチュエータ32の基本目標駆動値を、図9に示すように、操舵トルクTの絶対値が大きいほど大きく、車速が大きいほど小さくなるようなアシスト特性（ $-T_1 \sim T_1$ のトルク範囲は不感帯）に従って設定するとともに、図10の特性による駆動補正值（ ≥ 0 ）によって基本目標駆動値を補正することにより、操舵アクチュエータ32の目標駆動値を設定するようにしてもよい。ただし、目標駆動値は、右操舵時には、

$$\text{目標駆動値} = \text{基本目標駆動値} + \text{駆動補正值}$$

によって求められ、左操舵時には、

$$\text{目標駆動値} = \text{基本目標駆動値} - \text{駆動補正值}$$

によって求められる。

【 0 0 5 2 】

図 1 0 の例では、たとえば、操舵方向外側のタイヤにおけるタイヤ負荷変化速度またはタイヤ負荷変化加速度（左右のサイドウォールの応力検出値の差の一階時間微分値または二階時間微分値）が大きいほど大きな補正值が設定され、基本目標駆動値が大きく補正されるようになっている。また、車速が大きいほど、補正值が小さくなるようにされている。

このようにして、タイヤ負荷変化速度またはタイヤ負荷変化加速度の絶対値が大きいほど大きな補正を加えた目標駆動値が設定されるから、路面状況やタイヤの負荷の状態に応じた適切な操舵補助が可能になる。また、車速が大きいときには、タイヤの負荷に応じた補正量を小さくすることによって、安定した操舵特性を実現できる。

【 0 0 5 3 】

以上、この発明の 3 つの実施形態について説明したが、この発明は他の形態でも実施することができる。たとえば、ステアリングホイールと舵取り機構とを、トーションバーが介装されたステアリングシャフトによって結合するとともに、舵取り機構に対して、電動モータから操舵補助力を与える通常の電動パワーステアリング装置においても、図 9 および図 1 0 のような特性に従って電動モータを制御することで、路面状態やタイヤの負荷に応じた操舵補助が可能になる。

【 0 0 5 4 】

また、電動モータによって駆動されるポンプによって油圧を発生させ、この油圧によって作動されるパワーシリンダが発生する駆動力を舵取り機構に伝達する構成のパワーステアリング装置においても、この発明の適用が可能である。すなわち、電動モータの基本目標駆動値に対して、タイヤの負荷に応じた補正を施すことにより、路面の状況等に対して良好な応答性で操舵補助を行うことができる。

【 0 0 5 5 】

その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の設計変更を施すことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明の第 1 の実施形態に係る車両用操舵装置の構成を説明するための概念図である。

【図 2】

舵取り用の車輪のタイヤの構成を説明するための図解的な断面図である。

【図 3】

コーナリング時におけるタイヤの変形を説明するための図解図である。

【図 4】

反力アクチュエータの制御態様の一例を示す制御特性図である。

【図 5】

運転者、車両および路面の間における情報の授受の様子を示す概念図である。

【図 6】

操舵アクチュエータの制御について説明するための特性図であり、車速に応じた基本ギヤ比の設定例が示されている。

【図 7】

タイヤ負荷に応じてギヤ比を補正する制御のための特性図である。

【図 8】

本発明の第 2 の実施形態に係る車両用操舵装置の概略構成を示す模式図である。

【図 9】

操舵トルクに対する操舵アクチュエータの基本目標駆動値の特性（アシスト特性）を示す図である。

【図 10】

タイヤ負荷に応じて基本目標駆動値を補正するための駆動補正值の特性を示す図である。

【符号の説明】

- 1 ステアリングホイール
- 2 操舵アクチュエータ
- 4 転舵軸

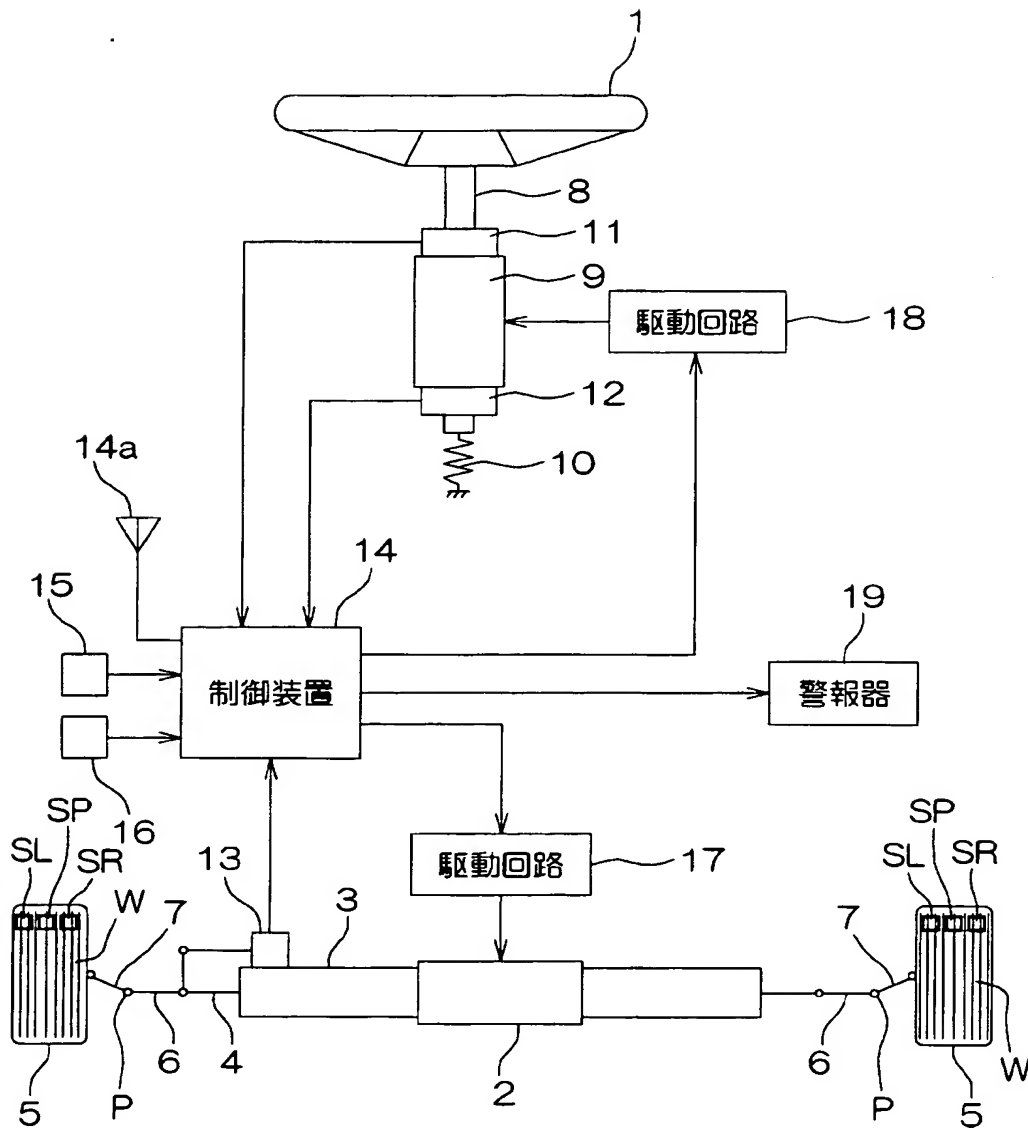
- 5 車輪
- 9 反力アクチュエータ
- 1 1 操作角センサ
- 1 2 トルクセンサ
- 1 3 転舵角センサ
- 1 4 制御装置
- 1 4 a アンテナ
- 1 5 車速センサ
- 1 7 駆動回路
- 1 8 駆動回路
- 1 9 警報器
- 2 1 車両用操舵装置
- 2 2 ステアリングホイール
- 2 4 舵取り機構
- 2 6 遊星ギヤ機構
- 2 7 転舵軸
- 2 7 a ラック
- 2 9 車輪
- 3 2 操舵アクチュエータ
- 3 4 ピニオン
- 3 5 太陽ギヤ
- 3 6 キャリア
- 3 7 遊星ギヤ
- 3 8 リングギヤ
- 3 9 駆動伝達ギヤ
- 4 0 反力アクチュエータ
- 4 4 操舵角センサ
- 4 5 トルクセンサ
- 4 6 転舵角センサ

4 7	車速センサ
4 8	駆動回路
5 1	トレッド部
5 2 L	左側サイドウォール部
5 2 R	右側サイドウォール部
C	制御装置
C a	アンテナ
S A	応力センサ
S L	左側応力センサ
S P	空気圧センサ
S R	右側応力センサ
W	タイヤ
W L	左側タイヤ
W R	右側タイヤ

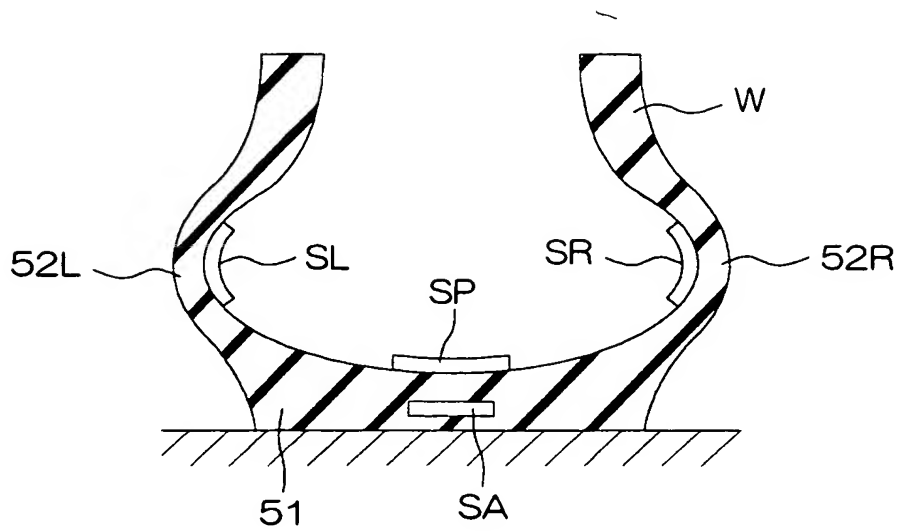
【書類名】

図面

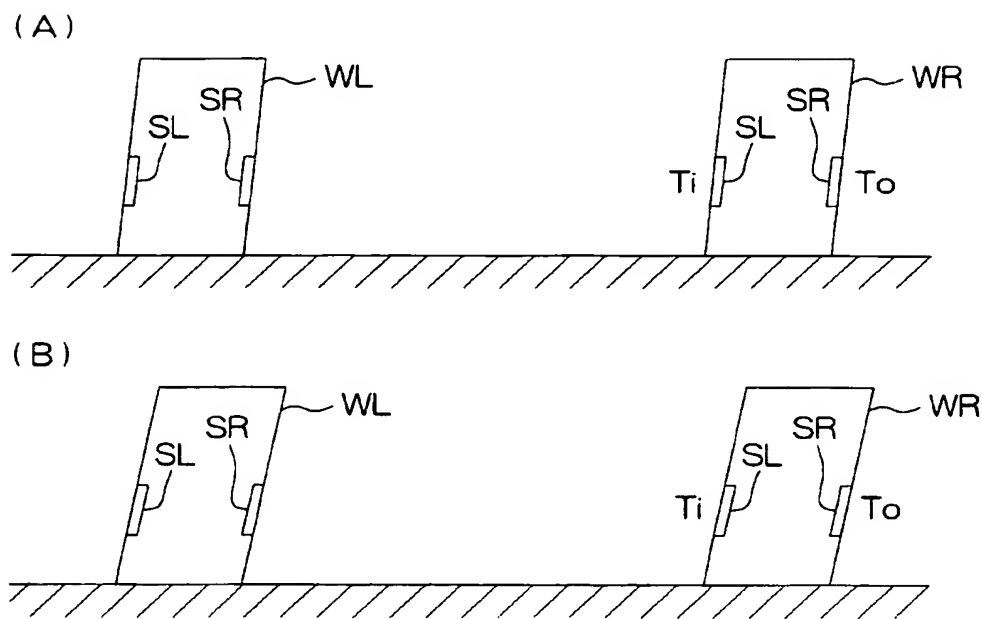
【図 1】



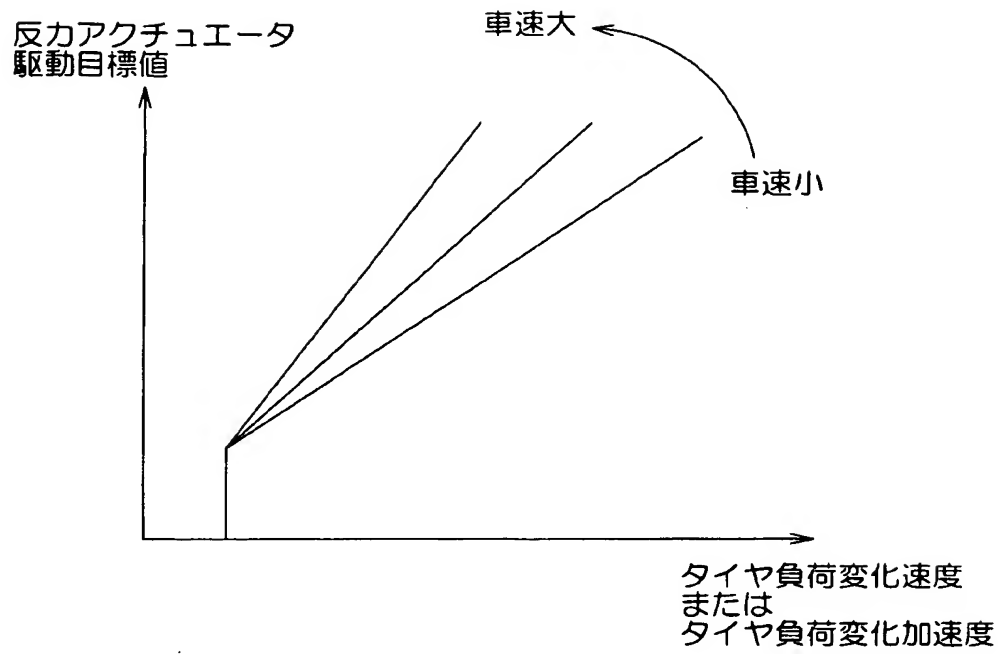
【図 2】



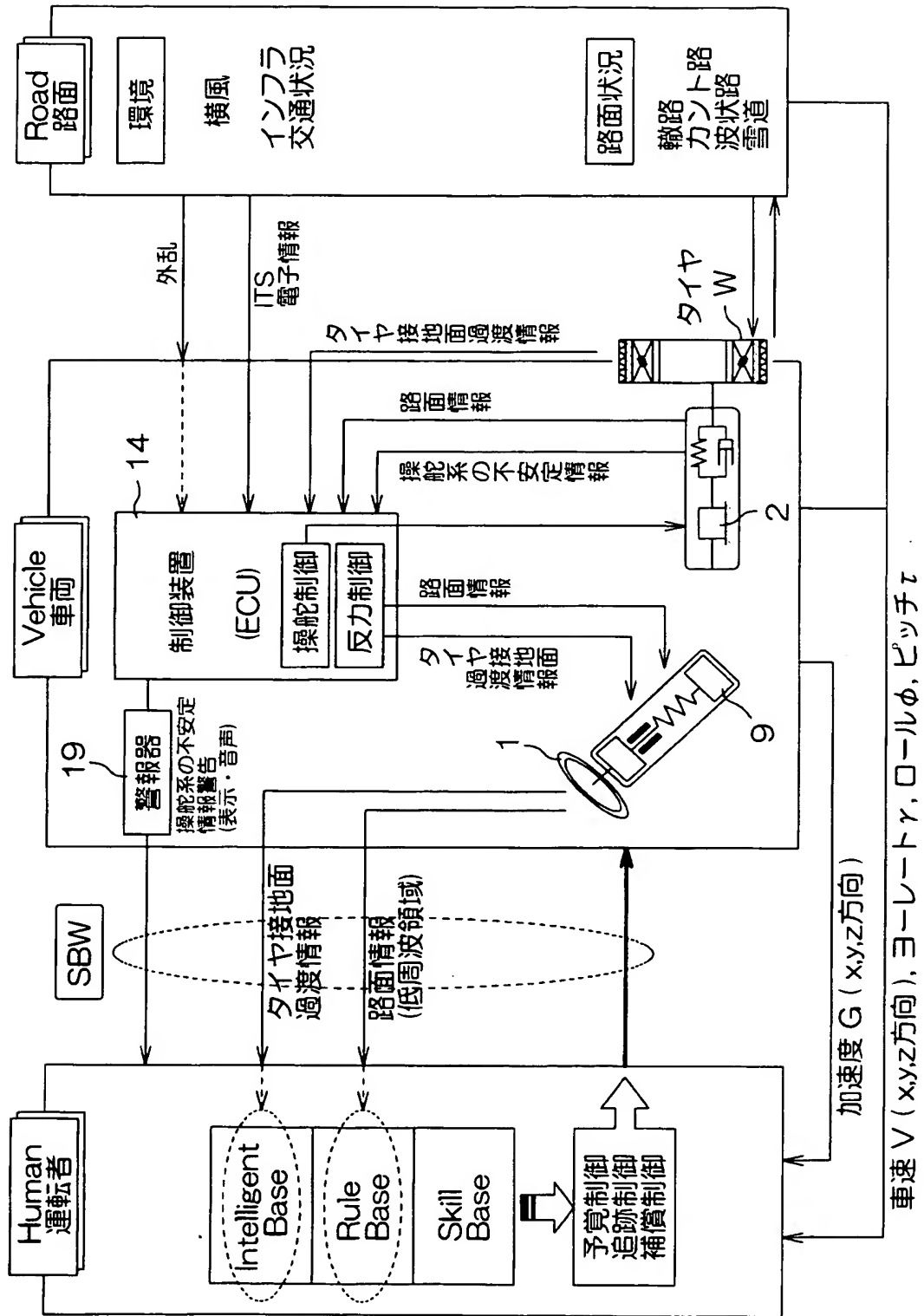
【図 3】



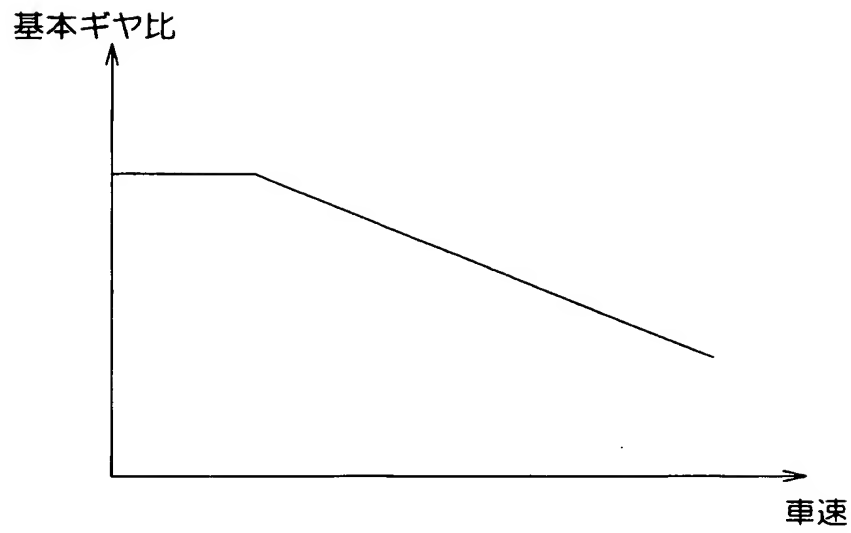
【図 4】



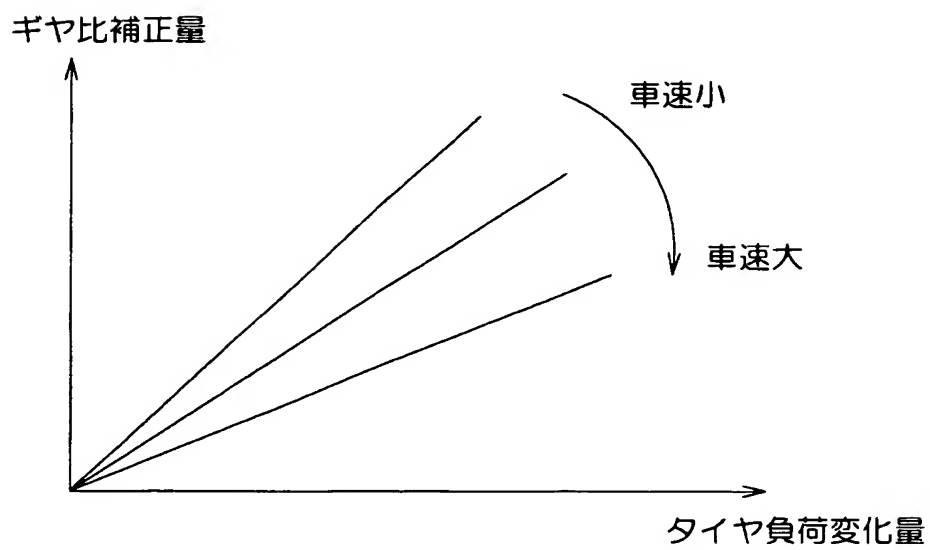
【図 5】



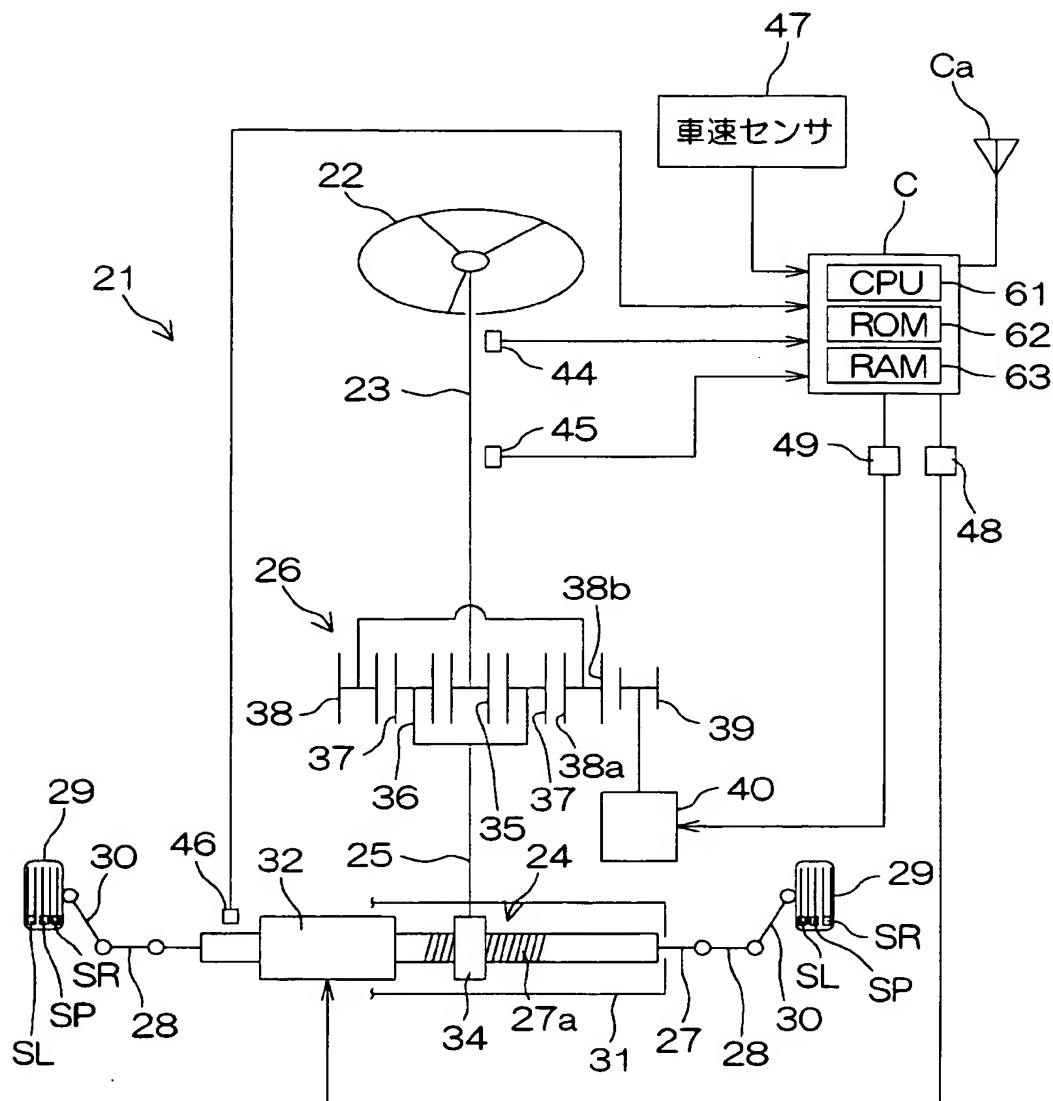
【図 6】



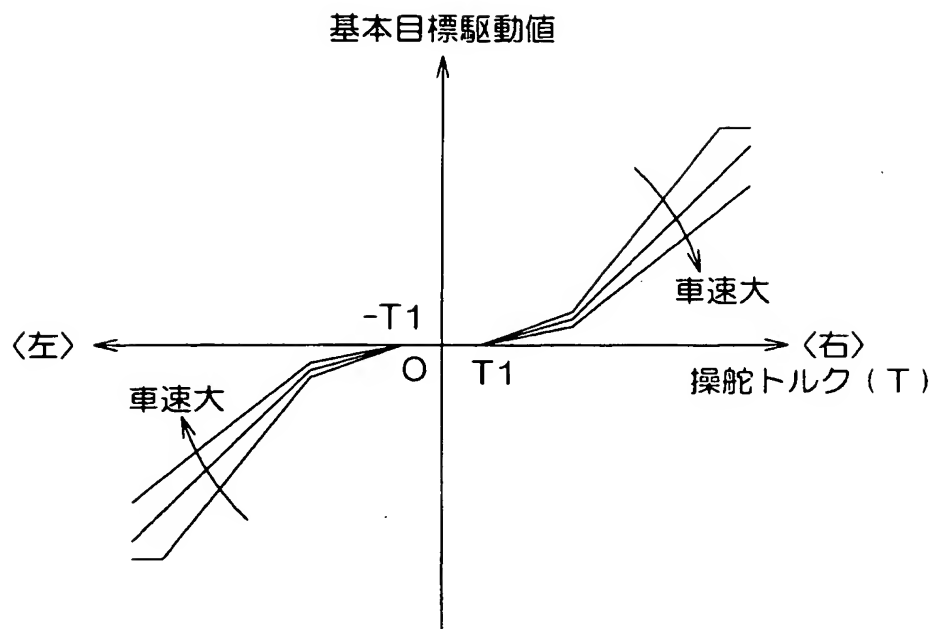
【図 7】



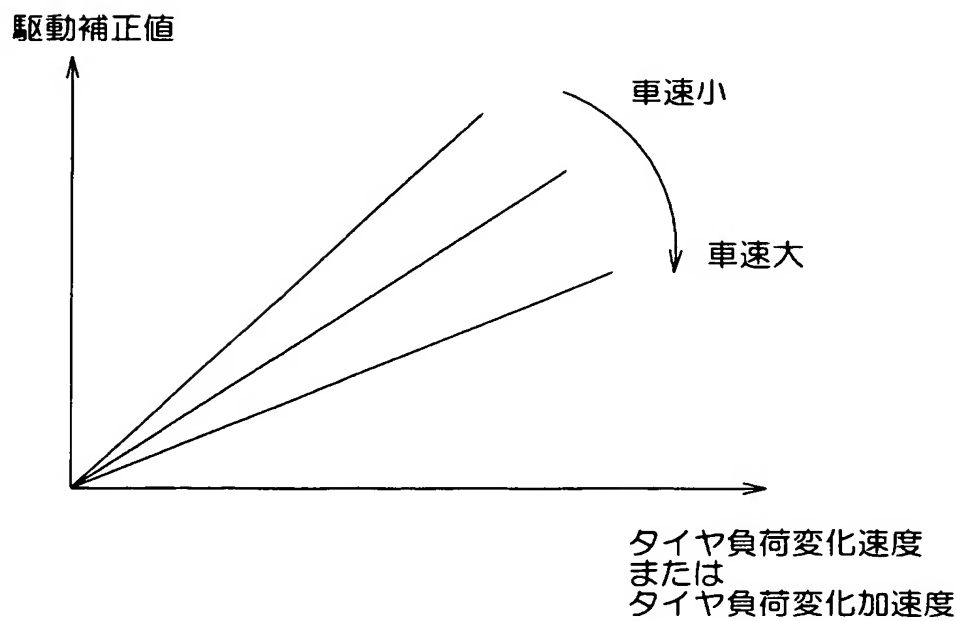
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 車両適合技術を少なくして開発期間を短縮する。反力制御によって、タイヤ接地面過渡情報を運転者に良好に伝達する。

【解決手段】 制御装置 1 4 は、ステアリングホイール 1 の操作に応じて操舵アクチュエータ 2 を制御する。ステアリングホイール 1 には、反力アクチュエータ 9 が発生する操作反力が与えられる。タイヤ W の内部には、応力センサ S L, S R および空気圧センサ S P が設けられている。制御装置 1 4 は、これらのセンサによって検出されるタイヤ負荷を加味して、操舵アクチュエータ 2 および反力アクチュエータ 9 を制御する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 1 8 9 9 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 2 4 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号

氏 名

光洋精工株式会社